

Данная детерминированная модель в дальнейшем может быть улучшена за счет снятия ряда допущений и использована для проведения дальнейших более детальных исследований. Однако более точные выводы по работе турбины можно будет сделать уточнением детерминированной модели с проведением большего количества численных опытов.

Таким образом, детерминированная модель ГУБТ-25 даст возможность оценивать режимные параметры работы турбины за их пределами с целью повышения ее энергетической эффективности.

Список использованных источников

1. Степанов В. М., Белоусова Т. Л., Нагорная О. Ю., Соколов С. Ю. Газовая утилизационная бескомпрессорная турбина мощностью 25 МВт и ее технико-экономические показатели // Турбины и компрессоры. 2005. Вып. 1, 2 (30, 31). С. 22–27.
2. Горбунов В. А., Нагорная О. Ю. Использование нейросетевого подхода для получения режимных карт работы турбины ГУБТ-25 // Вестник ИГЭУ. 2006. № 4. С. 64–66.
3. Горбунов В. А. Использование нейросетевых технологий для повышения энергетической эффективности теплотехнологических установок / ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина». – Иваново : ИГЭУ, 2011. – 476 с.
4. Горинов О. И., Горбунов В. А., Нагорная О. Ю. Экспериментальное исследование работы ГУБТ-25 на ОАО «Северсталь» // Состояние и перспективы развития электротехнологии. XII Бенардосовские чтения: тез. докл. междунар. науч.-техн. конф. Иваново : ГОУ ВПО «ИГЭУ имени В.И. Ленина», 2005. Т. 2. С. 54.

УДК 681.5

ОПТИМИЗАЦИЯ ИНДУКЦИОННОЙ ЗАКАЛКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

OPTIMIZATION OF THE INDUCTION HARDENING OF METALLIC BILLETS OF COMPLEX SHAPE

Павлушин А. В.

Самарский государственный технический университет,
г. Самара, Alex1995i79@gmail.com

Аннотация: В статье предлагается процедура оптимизации процесса индукционной закалки стальных полуфабрикатов, построенная на основе альтернансного метода теории оптимального управления. Решение задачи оптимального управления позволит повысить энергетическую эффективность установки и обеспечить равномерную закалку заготовок сложной геометрической формы. В оптимизационную процедуру предполагается интегрировать численную нелинейную двумерную модель, построенную в программном пакете ANSYS.

Abstract: The procedure for optimization of induction hardening of steel semi-finished products is suggested in the paper. Optimization algorithm is based on the alternance method of optimal control theory. It allows increasing the energy efficiency of the installation and obtaining uniform hardening of workpieces of complex geometric shapes. The numerical nonlinear two-dimensional model developed in the software package ANSYS is integrated into optimization procedure.

Ключевые слова: численное моделирование; ANSYS; оптимизация; альтернансный метод; энергетическая эффективность; индукционная закалка.

Key words: numerical simulation; ANSYS; optimization; alternance method; energy efficiency; induction hardening.

Индукционный нагрев широко применяется в ключевых отраслях промышленности для различных операций термообработки металлов перед пластической деформацией, закалки, плавки, пайки и др.

Основными преимуществами процесса индукционной закалки являются: высокая скорость процесса; возможность автоматизации и оптимизации процесса и его встраиваемость в производственную линию; отсутствие обезуглероженного и окисленного слоя на

поверхности; возможность достижения требуемых механических свойств заготовки; минимальная деформация полуфабрикатов и др.

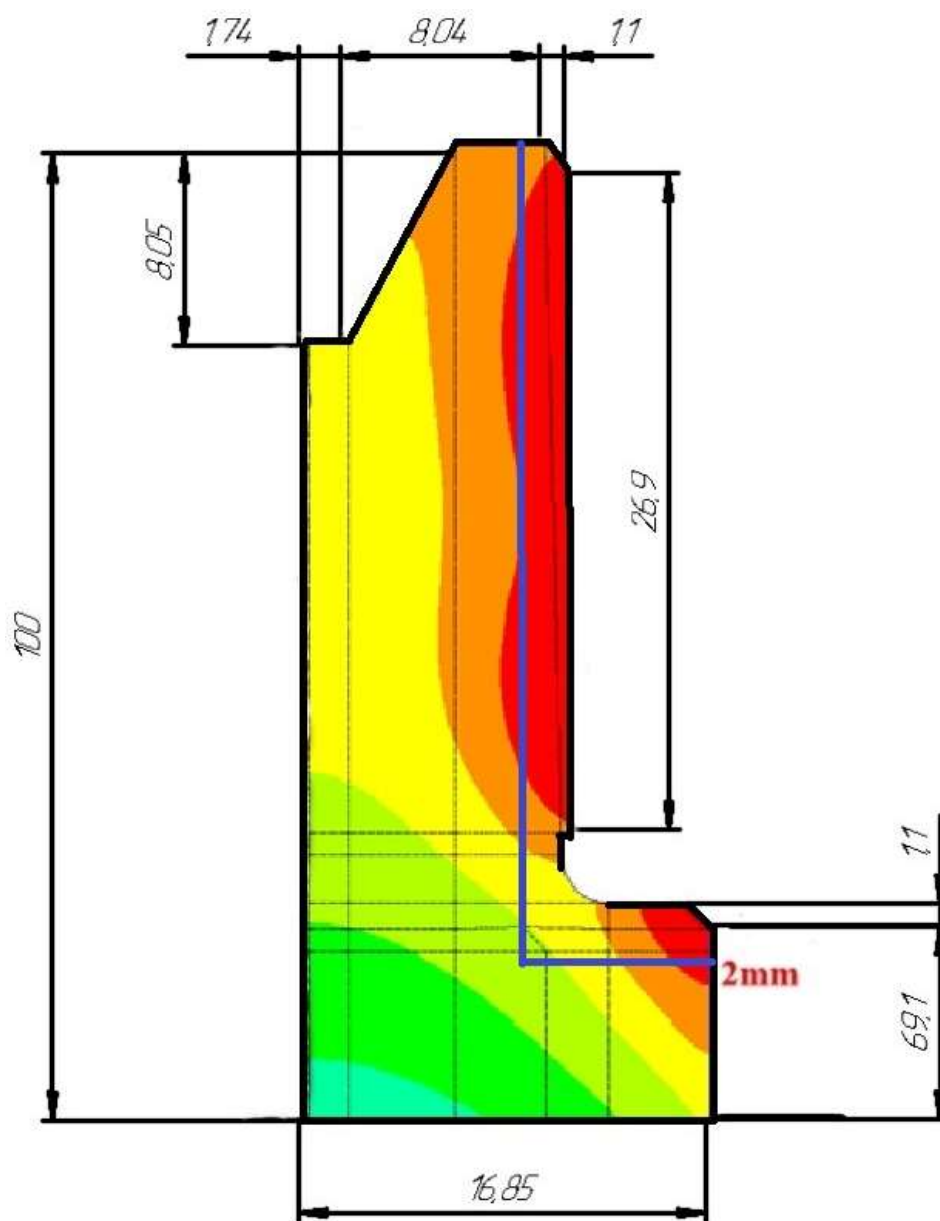
При питании обмотки индуктора переменным током вокруг него создается переменное электромагнитное поле, которое возбуждает в заготовке вихревые токи той же частоты, но противоположного направления. В свою очередь эти токи создают в заготовке свое магнитное поле, противоположно направленное магнитному полю индуктора. Результирующее магнитное поле нагревателя образуется суммированием магнитных полей индуктора и вихревых токов. Вихревые токи создают в заготовке внутренние источники тепла, интенсивность которых определяется по закону Джоуля-Ленца [1].

В работе рассматривается задача оптимизации процесса индукционной закалки стальной заготовки, представленной на рисунке, с целью достижения максимально равномерного температурного распределения вдоль линии, ограничивающей поверхностный слой толщиной 2 мм. Получение заданного температурного распределения по объему закаливаемого слоя детали сложной геометрической формы является непростой задачей, решение которой позволит улучшить микроструктурные свойства материала заготовки, обеспечивающие удовлетворение постоянно возрастающих требований, предъявляемых к физико-механическим свойствам ответственных изделий. Кроме того, сокращение времени процесса приведет к снижению потребления электрической энергии, повышению энергетической эффективности технологической линии в целом и, как следствие, к снижению себестоимости единицы продукции.

Сказанное обуславливает необходимость постановки и решения задачи оптимального по критериям быстродействия и максимальной точности нагрева управления процессом индукционной закалки. Для решения указанной задачи предлагается использовать альтернативный метод теории оптимального управления системами с распределенными параметрами [2].

Для численного решения задачи разработана структура оптимизационной процедуры, в которую интегрируется численная

нелинейная двумерная модель температурного поля закаливаемого изделия, созданная в программном пакете ANSYS (рисунок).



Температурное поле заготовки

В результате проведенной оптимизации закалки металлической детали ожидается улучшение физико-механических свойств материала при снижении затрат электрической энергии.

Список использованных источников

1. Рапопорт Э. Я., Плешивцева Ю. Э. Оптимальное управление температурными режимами индукционного нагрева. М. : Наука, 2012. 309 с.
2. Рапопорт Э. Я. Альтернативный метод в прикладных задачах оптимизации. М. : Наука, 2000. С. 336–336.